

Multi-core optical fibre connection testing device

Publication number: FR2751746

Publication date: 1998-01-30

Inventor:

Applicant: BOITEL MICHEL (FR)

Classification:

- **International:** G01M11/00; G02B6/38; G02B6/28; G01M11/00;
G02B6/38; G02B6/28; (IPC1-7): G01M11/00

- **European:** G01M11/00B2; G01M11/00B2A; G02B6/38D6

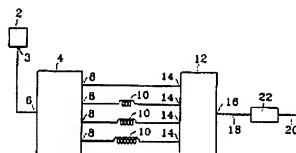
Application number: FR19960009289 19960724

Priority number(s): FR19960009289 19960724

Report a data error here

Abstract of FR2751746

The device includes a reflectometer (2) with a terminal (3). An optical coupler (4) with a main terminal (6) and four auxiliary terminals receive primary signals injected in to the main terminal. The input signals are split into four signals delivered by the auxiliary terminals. Three optical fibres (10) of different lengths are connected to the auxiliary terminals of the coupler. A light source (12) is connected to the other extremities of the optical fibres. A multi-core optical fibre to be tested is also connected to the light source output.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 2 751 746

51 Int Cl⁸ : G 01 M 11/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.07.96.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 30.01.98 Bulletin 98/05.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : BOITEL MICHEL — FR et MAHE
THIERRY — FR.

72 Inventeur(s) :

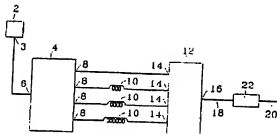
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : REGIMBEAU.

54 PROCEDE ET DISPOSITIF DE MESURE PAR REFLECTOMETRIE POUR CONNEXION DE FIBRE OPTIQUE.

57 Le procédé de vérification par réflectométrie pour au
moins une connexion de fibres optiques multicoeurs, com-
prend les étapes successives consistant à :

- émettre un signal primaire,
- diviser le signal primaire en au moins deux signaux se-
condaires,
- décaler temporellement les signaux secondaires les
uns par rapport aux autres,
- envoyer les signaux secondaires dans les coeurs res-
pectifs d'une fibre optique multicoeur (18) associée à la
connexion à vérifier,
- recevoir des signaux réfléchis dans les coeurs,
- sommer les signaux réfléchis en un signal total; et
- exploiter les variations de l'intensité du signal total en
fonction du temps.



FR 2 751 746 - A1



L'invention concerne les procédés et les dispositifs de vérification par réflectométrie pour connexion de fibres optiques.

On sait que lorsqu'une fibre optique a été
5 connectée par une extrémité à un réseau de transmission, il est nécessaire de vérifier la qualité de la liaison. En vue de cette vérification, il est connu de connecter l'extrémité libre de la fibre à un réflectomètre. Celui-ci envoie dans la fibre un signal optique qui est réfléchi.
10 partiellement et régulièrement le long de la fibre et est transmis en retour jusqu'au réflectomètre. Le réflectomètre indique les variations de l'intensité du signal réfléchi en fonction du temps, c'est-à-dire en fonction de la distance parcourue par le signal dans les
15 deux sens de propagation. Une réflexion se produit également au niveau de la connexion. Une chute trop brutale de l'intensité réfléchie à la distance correspondant à la connexion révèle sa mauvaise qualité.

Par ailleurs, le volume croissant des informations
20 à transporter dans les fibres et l'obligation de continuité des flux imposent une augmentation du nombre de coeurs optiques par liaison et éventuellement l'utilisation des fibres multicoeurs. La connexion d'une fibre multicoeur implique de vérifier la qualité de la
25 connexion de chaque coeur. Or les dispositifs de vérification connus tels que précités permettent de vérifier les connexions sur un seul coeur à la fois. Il s'ensuit que pour vérifier la connexion d'une fibre multicoeur, l'opérateur est contraint de vérifier un à un
30 tous les coeurs. Cela entraîne des manipulations longues et laborieuses. De plus, ces manipulations répétées entraînent un vieillissement et une pollution prématurés des connecteurs du réflectomètre.

Un but de l'invention est de fournir un procédé et
35 un dispositif permettant de façon simple et rapide de

vérifier par réflectométrie la qualité d'une connexion de fibres multicoeurs, et de préserver la durée de vie et la propreté des connecteurs du réflectomètre.

- En vue de la réalisation de ce but, on prévoit
- 5 selon l'invention un procédé de vérification par réflectométrie pour au moins une connexion de fibres optiques multicoeurs, comprenant les étapes successives consistant à :
- émettre un signal primaire;
 - 10 - diviser le signal primaire en au moins deux signaux secondaires;
 - décaler temporellement les signaux secondaires les uns par rapport aux autres;
 - envoyer les signaux secondaires dans les coeurs
 - 15 respectifs d'une fibre optique multicoeur associée à la connexion à vérifier, DIFFÉRENT (JRS)
 - recevoir des signaux réfléchis dans les coeurs;
 - sommer les signaux réfléchis en un signal total; et
 - exploiter les variations de l'intensité du signal total
 - 20 en fonction du temps.

Ainsi, en raison des décalages temporels des signaux secondaires entre eux, on distingue dans le signal sommé la partie de chaque signal réfléchi relative à la connexion. On peut donc vérifier la qualité de la

25 connexion pour chaque coeur de la fibre, et la vérification par réflectométrie est simultanée pour les différents coeurs de la fibre. Le contrôle est donc plus rapide et plus simple à effectuer. On préserve également la durée de vie et la propreté des connecteurs.

- 30 On prévoit également selon l'invention un dispositif de vérification par réflectométrie pour au moins une connexion de fibres optiques multicoeurs, comportant un réflectomètre et un coupleur optique présentant une borne principale connectée au réflectomètre
- 35 et au moins deux bornes auxiliaires, les bornes

auxiliaires étant destinées à être connectées au moyen de liaisons de longueurs différentes entre elles aux coeurs respectifs d'une fibre multicoeur associée à la connexion à vérifier.

5 Ce dispositif met en oeuvre le procédé selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description suivante de deux modes de réalisation préférés
10 donnés à titre d'exemples non-limitatifs. Aux dessins annexés:

- la figure 1 est une vue schématique d'un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention;
- 15 - la figure 2 est une vue schématique d'un deuxième mode de réalisation du dispositif selon l'invention; et
- les figures 3 à 6 sont des représentations graphiques de la variation de l'intensité du signal reçu sur le réflectomètre en fonction du temps, respectivement dans les cas d'une fibre à un seul coeur non-connectée, d'une
20 fibre à un seul coeur connectée, d'une fibre multicoeur non-connectée, et d'une fibre multicoeur connectée.

La figure 1 présente un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention adapté pour la vérification par réflectométrie d'une ou plusieurs
25 connexions en série de fibres optiques multicoeurs à quatre coeurs. Ce dispositif comporte un réflectomètre 2 d'un type connu en soi, présentant une borne sortie/entrée 3. Le dispositif comporte en outre un coupleur optique 4 présentant une borne principale entrée/sortie 6 et quatre
30 bornes auxiliaires sortie/entrée 8. Ce coupleur, du type "1 vers 4", est un composant optique d'un type connu en soi. Un signal primaire injecté à la borne principale 6 est divisé en quatre signaux secondaires émis par les bornes auxiliaires 8 respectives. Inversement, quatre
35 signaux injectés aux bornes auxiliaires 8 sont sommés et

le signal total est émis à la borne principale 6. La borne principale 6 est connectée à la borne du réflectomètre au moyen d'une fibre optique à un seul coeur. Pour cela, une première extrémité de la fibre est connectée à la borne du réflectomètre, et une deuxième extrémité de la fibre est soudée à la borne principale 6 du coupleur.

Le dispositif comporte trois fibres optiques intermédiaires 10 à un seul coeur et de longueurs différentes entre elles. Ces fibres 10 sont connectées par soudage par une première extrémité à trois des bornes auxiliaires respectives 8 du coupleur. Chaque fibre intermédiaire 10 est configurée pour occuper un volume réduit. Les fibres 10 sont ici bobinées. Les différences de longueur des fibres intermédiaires 10 sont suffisantes pour que les décalages temporels relatifs introduits par ces fibres comme on le verra dépassent le seuil de sensibilité du réflectomètre.

Le dispositif comporte un éclateur 12 à quatre coeurs présentant quatre bornes auxiliaires entrée/sortie 14 constituées par les coeurs disjoints, et une borne principale sortie/entrée 16 constituée par les coeurs rassemblés tout en restant physiquement distincts. Trois des bornes auxiliaires 14 sont connectées par soudage à une deuxième extrémité des fibres intermédiaires 10 respectives. L'éclateur, du type "à quatre coeurs", est par exemple conforme à celui décrit dans le document FR-A-2 717 913. La quatrième borne auxiliaire 8 du coupleur est connectée par soudage directement à la quatrième borne auxiliaire 14 de l'éclateur. Cette connexion sera appelée "liaison directe" dans la suite. La liaison réalisée par la plus courte des fibres intermédiaires 10 a une longueur supérieure à la liaison directe.

Une première fibre optique 18 à quatre coeurs et par exemple à matrice carrée est connectée de façon démontable par une première extrémité à la borne

principale 16 de l'éclateur. Chaque coeur de la fibre est ainsi connecté à un coeur respectif de la borne 16. Une deuxième extrémité de cette fibre 18 est raccordée coeurs à coeurs à une deuxième fibre optique 20 à quatre coeurs, au moyen d'un raccord 22. Une fonction du dispositif selon l'invention est de vérifier la qualité, pour chacun des quatre coeurs, de la connexion réalisée au niveau du raccord 22. Chaque fibre intermédiaire 10 a une longueur inférieure à la longueur de la deuxième fibre optique multicoeur 20 associée à la connexion.

Le dispositif permet de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention qui comprend les étapes successives suivantes. Au moyen de la borne 3 du réflectomètre 2, on émet un signal optique primaire en direction de la borne principale 6 du coupleur 4, ce signal ayant la forme d'une impulsion. Le coupleur divise le signal primaire en quatre signaux secondaires qui sont envoyés respectivement via les bornes auxiliaires 8 dans les trois fibres intermédiaires 10 et dans la liaison directe. Les trois signaux secondaires passant dans les trois fibres intermédiaires y subissent un retard proportionnel à la longueur de la fibre intermédiaire traversée. Ces trois signaux sont ainsi décalés temporellement entre eux et par rapport au quatrième signal secondaire traversant la liaison directe. Ces signaux arrivent aux bornes auxiliaires 14 de l'éclateur 12, puis sont envoyés dans la borne principale 16. Ils sont alors injectés dans les coeurs respectifs de la première fibre 18, franchissent la connexion 22 et aboutissent dans la deuxième fibre 20.

Chaque signal secondaire est réfléchi partiellement tout le long de ce trajet dans les fibres 18 et 20. Il génère donc un signal réfléchi qui est diffusé en sens opposé au sens de propagation du signal secondaire. Chaque signal réfléchi suit le même chemin que

le signal secondaire associé en sens opposé jusqu'au coupleur 4. Il subit donc lui-même un retard identique à celui subi par le signal secondaire. Les signaux réfléchis émergeant des fibres intermédiaires 10 et de la liaison directe sont reçus et sommés par le coupleur 4 en un signal réfléchi total. Ce signal est transmis à la borne 3 du réflectomètre. Le réflectomètre enregistre l'intensité I du signal en fonction du temps de trajet, c'est-à-dire de la distance parcourue à l'aller et au retour, et fournit la courbe de l'intensité I en fonction du temps t. L'allure de cette courbe est représentée à la figure 6. On exploite alors les variations de l'intensité I du signal total en fonction du temps. La compréhension de la courbe de la figure 6 sera ici facilitée par l'étude préalable des courbes des figures 3 à 5.

La figure 3 représente l'allure de la courbe de réflectométrie pour une fibre optique monocoeur ayant une première extrémité directement connectée au réflectomètre et une deuxième extrémité non raccordée. L'intensité I du signal réfléchi décroît lentement en fonction du temps t, à savoir de la distance au réflectomètre, en raison des pertes. Puis l'intensité I s'annule brutalement en "b" pour le temps de trajet correspondant à l'extrémité libre de la fibre. En effet, à cette extrémité, le signal s'échappe de la fibre.

La figure 4 représente l'allure de la courbe associée à une fibre identique dont la deuxième extrémité est cette fois convenablement raccordée par une connexion à une autre fibre du même type. Au temps qui correspond au passage de la connexion entre les deux fibres, au point "a", il se produit une légère baisse de l'intensité réfléchie. (Cette baisse d'intensité peut être précédée d'un pic correspondant à une intensité réfléchie importante au niveau de la connexion.) La suite de la courbe, légèrement décroissante comme la première partie,

correspond à la longueur de la deuxième fibre raccordée à la première. Une chute d'intensité I se produit à l'extrémité libre de la deuxième fibre, au point "b". Si la connexion est très défectueuse, la courbe est identique
5 à celle de la figure 3, autrement dit l'intensité I chute brutalement au point "a" et la deuxième fibre n'apparaît pas sur la courbe.

La figure 5 représente l'allure de la courbe de réflectométrie obtenue dans le cas du dispositif de la
10 figure 1 lorsque la première fibre 18 n'est pas connectée à la deuxième fibre 20, sa deuxième extrémité étant laissée libre. La courbe de l'intensité I du signal total résulte de la somme des quatre signaux réfléchis qui ont individuellement l'allure de la courbe de la figure 3. Les
15 différences de longueurs des quatre liaisons entre le coupleur et l'éclateur, doublées par les trajets d'aller et retour associés à chaque coeur, entraînent que les signaux réfléchis sont décalés temporellement, à savoir suivant l'axe des abscisses. Cela permet de distinguer
20 l'intensité de ces quatre signaux les uns des autres dans leur partie la plus pertinente, à savoir aux points 1b, 2b, 3b et 4b correspondant aux extrémités libres des coeurs respectifs de la première fibre 18, où l'intensité I chute brusquement. Le point 1b représente l'extrémité
25 libre du coeur associé à la liaison directe.

La figure 6 représente l'allure de la courbe de réflectométrie obtenue dans le cas du dispositif de la figure 1 lorsque la première fibre 18 est connectée à la deuxième fibre 20 au moyen du connecteur 22. Cette fois,
30 la courbe résulte de l'addition des quatre signaux réfléchis qui ont individuellement l'allure de la courbe de la figure 4. Le décalage temporel précité permet de distinguer sur la courbe de l'intensité I du signal total l'intensité de chaque signal réfléchi dans la partie
35 correspondant à la connexion 22. Ainsi, les points 1a, 2a,

3a et 4a correspondent à la connexion des coeurs respectifs des deux fibres et présentent une légère baisse d'intensité. Les points 1b, 2b, 3b et 4b correspondent aux extrémités libres de la deuxième fibre 20 associées aux
5 mêmes coeurs et présentent une chute d'intensité. Cette partie de courbe est identique à la courbe de la figure 5.

On exploite les variations de l'intensité du signal total en fonction du temps en analysant la variation d'intensité pour chaque coeur au niveau de la
10 connexion. Si la connexion est mauvaise pour l'un des coeurs, par exemple pour le deuxième coeur au point 2a, il se produit à ce point une chute d'intensité réfléchié plus importante car la suite du signal réfléchi associé à ce coeur est alors d'intensité plus faible. On distingue donc
15 sur la courbe à cet endroit une marche plus importante que pour les autres coeurs.

Sur la courbe, les points 1a, 2a, 3a et 4a sont groupés et suivis par les points 1b, 2b, 3b et 4b également groupés. Cette disposition résulte du fait que
20 chaque fibre intermédiaire 10 a une longueur inférieure à la longueur de la deuxième fibre optique multicoeur 20 associée à la connexion.

La même courbe permet ainsi de vérifier la qualité de la connexion pour chacun des quatre coeurs, et ce
25 simultanément. La connexion par soudage entre eux du coupleur 4, des trois fibres intermédiaires 10, de la liaison directe, de l'éclateur 12 et de la première fibre 18 évite de faire apparaître sur la courbe des baisses d'intensité supplémentaires générées par des connexions
30 par connecteur. La lecture de la courbe est ainsi facilitée.

Le dispositif permet de vérifier en une seule manipulation la qualité de la connexion de la fibre multicoeur pour chacun des quatre coeurs. Cette
35 vérification est donc simple et rapide. Les manipulations

sur les connecteurs du réflectomètre sont réduites. La durée de vie et la propreté de ces connecteurs s'en trouvent préservées.

Le procédé et le dispositif selon l'invention viennent d'être décrits pour l'application à la vérification d'une connexion unique 22. Néanmoins, ce procédé et ce dispositif sont utilisables de la même façon pour vérifier simultanément plusieurs connexions reliant des fibres optiques multicoeurs disposées en séries à la suite les unes des autres. A chaque connexion correspond sur la courbe un groupe supplémentaire de points où l'intensité baisse, quatre points supplémentaires en l'espace, associés aux coeurs respectifs. Ainsi, la vérification de toutes ces connexions s'effectue sans modifier le montage pour chaque connexion, et est simultanée.

La figure 2 montre un deuxième mode de réalisation du dispositif. La fibre 18 comporte cette fois un ruban plan à quatre coeurs. Le dispositif est ici dépourvu d'éclateur. Les trois fibres intermédiaires 10 et la quatrième borne auxiliaire du coupleur sont rassemblées en un ruban. Elles sont connectées aux quatre coeurs de la fibre 18 par soudure simultanée ou épissure de masse de façon connue en soi. Le fonctionnement du dispositif et la courbe obtenue sont identiques à ceux du premier mode de réalisation.

Bien entendu, on pourra apporter à l'invention de nombreuses modifications sans sortir du cadre de celle-ci.

Ainsi, le dispositif n'est pas limité au cas des fibres à quatre coeurs et pourra être appliqué généralement pour des fibres à au moins deux coeurs. De plus, la liaison directe pourra être remplacée par une liaison par fibre optique intermédiaire de longueur différente de la ou des autres fibres optiques intermédiaires.

Ainsi, pour une vérification sur une fibre à deux coeurs, le dispositif comportera un coupleur optique à au moins deux bornes auxiliaires. Il pourra comporter en outre ou bien une fibre optique intermédiaire et une
5 liaison directe, ou bien deux fibres optiques intermédiaires de longueurs différentes entre elles.

De même, pour une vérification sur une fibre à n coeurs avec n supérieur à 2, le dispositif comportera un coupleur optique à au moins n bornes auxiliaires. Il
10 pourra comporter en outre ou bien $(n-1)$ fibres optiques intermédiaires de longueurs différentes entre elles et une liaison directe, ou bien n fibres optiques intermédiaires de longueurs différentes entre elles.

Revendications

1. Procédé de vérification par réflectométrie pour au moins une connexion de fibres optiques multicœurs, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives consistant à:

- émettre un signal primaire;
- diviser le signal primaire en au moins deux signaux secondaires;
- décaler temporellement les signaux secondaires les uns par rapport aux autres;
- envoyer les signaux secondaires dans les coeurs respectifs d'une fibre optique multicœur (18) associée à la connexion (22) à vérifier,
- recevoir des signaux réfléchis dans les coeurs;
- sommer les signaux réfléchis en un signal total; et
- exploiter les variations de l'intensité (I) du signal total en fonction du temps.

2. Dispositif de vérification par réflectométrie pour au moins une connexion de fibres optiques multicœurs, comportant un réflectomètre (2), caractérisé en ce qu'il comporte en outre un coupleur optique (4) présentant une borne principale (6) connectée au réflectomètre et au moins deux bornes auxiliaires (8), les bornes auxiliaires étant destinées à être connectées, au moyen de liaisons de longueurs différentes entre elles, aux coeurs respectifs d'une fibre multicœur (18) associée à la connexion (22) à vérifier.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins une fibre optique intermédiaire (10) présentant une première extrémité connectée à une borne auxiliaire du coupleur (4) et une deuxième extrémité destinée à être connectée à un coeur de la fibre multicœur (18).

4. Dispositif selon la revendication 3,

caractérisé en ce qu'il comporte au moins deux fibres optiques intermédiaires (10) présentant une extrémité connectée à une borne auxiliaire respective du coupleur (4), les fibres intermédiaires (10) étant de longueurs différentes entre elles.

5 5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le nombre des fibres optiques intermédiaires (10) est inférieur d'une unité au nombre de bornes auxiliaires du coupleur (4).

10 6. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un éclateur (12) comportant au moins deux coeurs, chaque fibre intermédiaire (10) étant connectée par sa deuxième extrémité à un coeur de l'éclateur.

15 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un des coeurs de l'éclateur (12) est directement connecté à une borne auxiliaire (8) du coupleur (4).

20 8. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que chaque fibre intermédiaire (10) est configurée pour occuper un volume réduit.

9. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que chaque extrémité de fibre intermédiaire (10) est connectée par soudage.

25 10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on exploite les variations de l'intensité (I) en analysant la variation d'intensité pour chaque coeur au niveau de la connexion (22).

1/2

FIG. 1

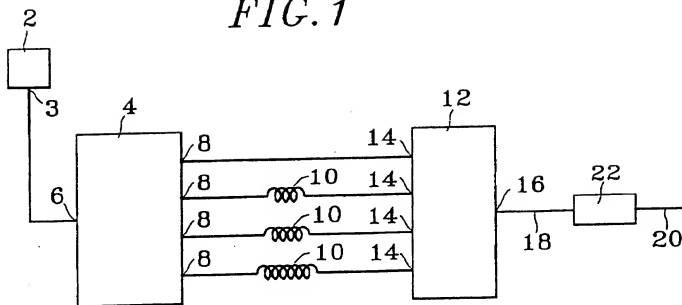
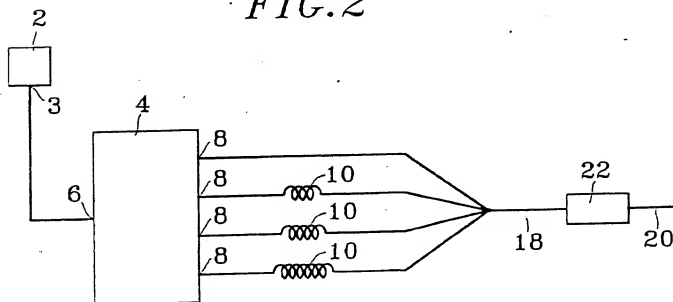


FIG. 2



2/2

FIG. 3

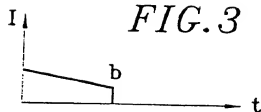


FIG. 4

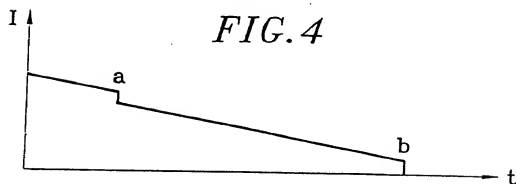


FIG. 5

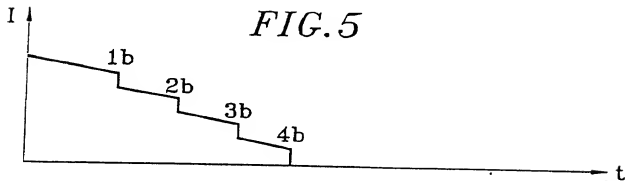
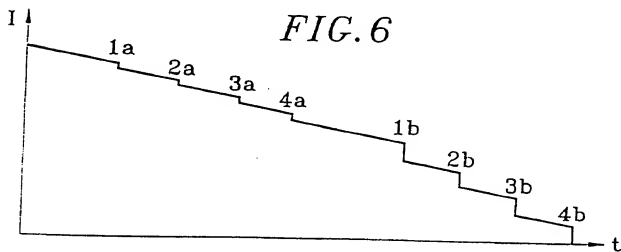


FIG. 6



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2751746

N° d'enregistrement
national

FA 530733
FR 9609289

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	US 5 263 109 A (H. ABE ET AL.) * colonne 4, ligne 31 - ligne 41; figure 4 *	1,2
Y	FR 2 597 986 A (M. FOUCAULT ET AL.) * le document en entier *	1,2
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 203 (P-591) [2650] , 2 Juillet 1987 & JP 62 025232 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP), 3 Février 1987. * abrégé *	1,2
A	US 4 875 772 A (J.R. GENTILE) * le document en entier *	1,2
A	EP 0 411 956 A (BICC PUBLIC LIMITED COMPANY) * le document en entier *	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 400 (P-1098) [4343] , 29 Août 1990 & JP 02 151742 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD), 11 Juin 1990, * abrégé *	1,2
A	EP 0 313 128 A (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH ET AL.) * le document en entier *	1,2
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
2 Avril 1997		Van Assche, P
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-tertié P : document intercalaire</p> <p>T : thèse ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPF FORM 150 (01-81) (PUBLI)